

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-282339

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 5/30

G 0 2 B 5/30

B 2 9 D 11/00

B 2 9 D 11/00

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-103915

(22) 出願日 平成9年(1997)4月7日

(71) 出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(74) 上記1名の指定代理人 工業技術院電子技術総合研究所長

(71) 出願人 597049662

小貫 英雄

茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技術院電子技術総合研究所内

(71) 出願人 597056442

齊藤 一朗

茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技術院電子技術総合研究所内

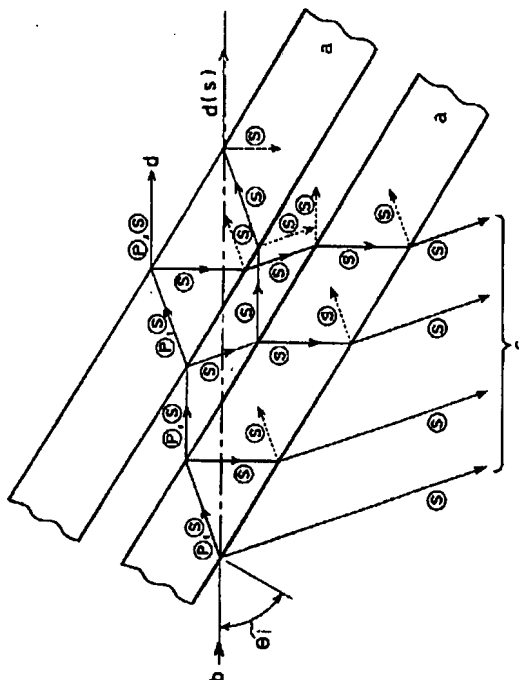
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏光子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 紫外線領域で、高効率で、光ビームの断面積が大きく、コンパクトで、低コストの直線偏光を得る偏光子およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 使用する波長域で、光学的に透明で、等方な媒質の平行平板を間隙を空けずに複数個重ね合わせる。前記各々の平行平板の間隙は、機械的手段により狭められるか、シリカガラスで各隣接平行平板の平面内の1箇所以上の場所を接着することによって、狭められる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の波長域で透明な等方媒質で作られた平行平面板を複数個用い、各々の平行平面板を間隙を空けずに重ね合せ一体化してなることを特徴とする偏光子。

【請求項2】 前記各々の平行平面板の間隙が機械的手段により狭められていることを特徴とする請求項1に記載の偏光子。

【請求項3】 前記各平行平面板間が、シリカガラスで各隣接平行平面板の平面内の1箇所以上の場所が接着されることによって、各々の平面板の間隙を狭められていることを特徴とする請求項1に記載の偏光子。

【請求項4】 所定の波長域で透明な等方媒質で作られた平行平面板を複数個用い、前記各平行平面板の隣接面に所定の励起光を照射して、各平面を活性化し、続いて、原料アルコキシドを各隣接面または一方の平面に付着させ、原料アルコキシドを平面に吸着させるとともに粘性化させ、その後、各隣接平行平面板を圧着させ、前記粘性化原料にさらに励起光を照射し、固化させることにより偏光子を得ることを特徴とする偏光子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光源から直線偏光を取り出す偏光子およびその製造方法に関するものであり、さらに詳しくは、紫外線領域において、直線偏光の取り出し効率がよく、かつ偏光度が高く、取り出した偏光のビーム断面積が大きく（大照射面積の）、安価に製造できる偏光子およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】直線偏光を作る偏光子は、二色性を利用したもの（商品名：ポラロイド、ダイクローム等）、複屈折性を利用したもの（ニコルプリズム、グラントムソンプリズム、ウォラストンプリズム等）、ワイヤー格子を用いたもの、透明体の反射を利用したもの、そして、交互多層膜を利用したものに分類される。

【0003】前述の二色性を利用した偏光子は、紫外域において、光の吸収が始まり、偏光度、効率が低下する。また、複屈折性を利用した偏光子は、使用されている光学材料が高価であり、大きな照射面積の偏光を得ようとすると、コスト高になる。また、ワイヤー格子を用いた偏光子では、現在のところ、遠赤外線より長波長域に限られている。

【0004】また、透明体の反射を利用した偏光子では、以下に詳述するように、反射型は効率が低いため実際に用いられておらず、透過型に利点があるが、この透過型偏光子には、大面積の偏光ビームを得ようとすると、全体が大型化してしまうという問題がある。

【0005】周知のように、透明な等方媒質の表面に入

射する光には、入射光の波長に対してその透明体の媒質固有のブルースター角（偏光角）が存在する。すなわち、前記媒質の表面からの反射光が完全な直線偏光となるような入射角が存在する。この場合、入射面に垂直な振動面をもつ偏光成分（s成分）と平行に振動する偏光成分（p成分）の反射率が異なる。したがって、透明体の反射を利用した偏光子では、その透明体の表面を光源に対して前記ブルースター角に置くことにより、反射光あるいは透過光が偏光される。このs成分の反射を利用した反射型の偏光子は、反射率が小さいために効率が低く、実際には用いられていない。

【0006】同様な原理を用い反射率を高める方法として、高屈折率物質と低屈折率物質の薄膜からなる交互多層膜を利用する方法がある。この交互多層膜を用いれば、s偏光の反射率は向上する。しかし、この方法では、大面積の交互多層膜を作ることは困難である。

【0007】これに対して、図1に示すように、多数の平行平面板（図では簡略化のために2枚の場合を示す）aにおいて、隣り合う平行平面板同士を重ね合わせることなく、その間隔を十分に大きくとって（図1では間隔が不十分であるが、説明上近づけてある。）、この平行平面板aに入射する光bの入射角度 θ_i がブルースター角を満足するように、配置してやれば、透過光を利用した偏光子が得られる。この偏光子は、pile of platesと呼ばれており、この偏光子を用いれば、偏光度の高いp偏光が得られる。

【0008】しかし、この場合、図1に示すように、各平行平面板において、後方に反射されたs偏光（図中、丸で囲んだsで表示）が、前に置かれた平行平面板でさらに反射され、もとの入射光bと同じ方向に進むと、偏光度が低下する。このことは、図中の透過光d(s)において典型的である。このd(s)は2枚目の平行平面板の表面で反射されたs偏光の光が1枚目の平行平面板の裏面で反射され、さらに2枚目の平行平面板を通過した透過光dの光路を示した例である。前述の偏光度の低下を防ぐためには、隣り合う平行平面板の間隔を十分とるように配置し、s偏光の光を偏光子の外に出すようにしなければならない（このように配置したものが上述のpile of platesといわれているものである）。なお、図1において、丸囲みのpは、p偏光を示す。また、図2では、説明を簡素化し、理解を容易にするために、平行平面板aを2枚とした場合における入射光 θ_i の反射の様子を示している。

【0009】前述のような構造が必要な透過型の偏光子において、大面積の偏光ビームを得ようとすると、大面積の平行平面板を用いることになり、それに伴って、当然、隣り合う平行平面板間の間隔を大きくとらなければならない。その結果、偏光子の全長は大変長いものになる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、前記事情に

鑑みてなされたもので、高効率で、偏光ビームの断面積が大きく（大照射面積）、紫外域で用いることができ、コンパクトで、低コストで安価な偏光子およびその製造方法を提供することを課題とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明では、図2に示すように、使用する波長域で透明かつ等方な媒質で作られた平行平板aを複数枚用い、各々の平行平板aを間隔を空けずに重ね合わせた構造とすることにより、偏光の反射光cを増大させる偏光子を構成し、この偏光子を該偏光子への光の入射角 θ_i が該偏光子の媒質に固有なブルースター角となるように置く。これにより、該偏光子に対するp偏光の反射率（以後、反射率とは、注目している偏りを持つ偏光入射光bの光量に対する、偏光子全体で反射された注目している偏りを持った偏光反射光cの光量との比の百分率と定義することにする）は、零に近いが、s偏光に対する反射率は向上し、大光量の直線偏光の反射光を利用することが出来る。すなわち、従来、実用化されていなかった透明媒質を用いた反射型の偏光子において、実用に供することのできる高い性能に改良することが、本発明によって、始めて可能になる。

【0012】なお、該偏光子では、該偏光子を構成する平行平板の多くの面で入射光が反射されるので、反射光のビームは入射方向に本質的に拡がり、隣接平行平板間に避け難く生じる間隙に比例してさらに同じ方向に拡がる。したがって、実用に当たっては、各平行平板間の間隙を極力狭めて、ビームサイズの拡がりを抑制する必要がある。そのための方法として、該平行平板群の上面と下面の両側から複数箇所で機械的に力を加えるか、各々隣り合せの面をシリカガラスで接着する手段を用いる。

【0013】

【発明の実施の形態】

（実施形態例1）本発明の第1の実施の形態例は、図2に示されているように、使用する波長域で透明で等方媒質で作られた平行平板aを複数個用い、各々の平行平板aを間隙を空けずに重ね合せ、この該平行平板群への光源からの光（入射光）bの入射角 θ_i がブルースター角になるように光源に対して配置することにより、光源からの入射光 θ_i がこの平行平板群で高反射率で反射する。この反射光dは高偏光度の直線偏光となっている。

【0014】本願発明における主要な特徴は、偏光子を構成する複数の平行平板を間隙を空けることなく重ね合わせることにあり、この構成によって偏光子の反射率を高め、かつコンパクトでありながら大きい断面積の偏光ビームが得られる。

【0015】（実施形態例2）本発明の第2の実施形態例は、前記第1の実施形態例において、各々の平行平板aの間隙を狭めるために機械的に力を加える手段を有

することを特徴とする。

【0016】（実施形態例3）本発明の第3の実施形態例は、前記第1の実施形態例において、各隣接平行平板間を、シリカガラスで各隣接平行平板の平面内の1箇所以上の場所を接着することによって、各々の平板の間隙を狭めたことを特徴とする。

【0017】この実施形態例におけるシリカガラスを用いた間隙僅少化は、各平行平板の隣接面に所定の励起光を照射して、各平面を活性化し、続いて、原料アルコキシドを各隣接面または一方の平面に付着させ、原料アルコキシドを平面に吸着させるとともに粘性化させ、その後、各隣接平行平板を圧着させ、前記粘性化原料にさらに励起光を照射し、固化させることにより達成される。

【0018】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明するが、以下の実施例は、本発明を好適に説明する1例に過ぎず、本発明をなんら限定するものではない。

【0019】（実施例1）偏光子として、約1.5cm角で厚さ約0.05cmの石英ガラス板の間隙を空けずに5枚重ね合せた。この石英ガラス板のブルースター角は、 56° であった。そこで、この偏光子を、この偏光子に、無偏光光源からのほぼ平行な325nmの紫外光が 56° で入射するように、設置した。これにより、この偏光子から、99.9%以上の偏光度をもつ直線偏光（s偏光）の反射光が、得られた。ここで、この直線偏光の偏光度は、回転検光子に光を通し、透過強度の最大値 I_{\max} とこれに直角方向の強度の最小値 I_{\min} を測り、それらの合計量に対する差分量の比 $(I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min})$ を百分率で表したものによって、定義した。

【0020】この偏光子のs偏光入射光に対する反射率は、図3に示すように、 56.4% であり、1枚の石英ガラスの反射率の約2.3倍に向上している。

【0021】（実施例2）先に述べたように、入射光が偏光子内で多重反射するために、反射光は入射光と同じ方向に少し拡がる。実用上、この拡がりを抑制する必要性が生じるが、その場合には、石英ガラスの相対する2辺の端を各々強く圧力をかける治具を用いることにより間隙を押さえる。この機械的手段により、光の拡がりが減少した。

（実施例3）前記実施例2の機械的手段では、ガラス面の中心の部分での各ガラス間の間隙を抑えることが困難である。そこで、本実施例では、アルコキシドを原料にしたシリカガラスによる下記のような間隙僅少化方法を用いた。

【0022】まず、平行平板とする石英ガラスにXe \cdot^+ （キセノン）エキシマランプ光（スペクトルは155nm～200nm、ピーク波長172nm）を15分間窒素雰囲気中で照射した。その後、原料アルコキシドと

して、テトラメトキシシラン (TMOS ; 成分は、TMOSモノマー91.83%、TMOSオリゴマー3.32%、水・メタノール4.84% ; しかし、成分比は厳密にこの通りである必要はない。) の原液の数滴を、前記石英ガラス面に滴下し、これをスピコート法により面上に均一に塗布した。塗布された原料溶液は、粘性塗膜となり、石英ガラス面に吸着した。この状態で他方の表面を活性化した石英ガラス板を重ねあわせた。

【0023】続いて、前記重ね合せた石英ガラス板をキセノンエキシマランプ光の照射によって励起して、石英ガラス板間の塗膜を固化させた。この時の照射は、光子数にして $1.2 \times 10^{20} / \text{cm}^2$ に相当するものであった。石英ガラス間の硬化接着層の赤外線スペクトルを測定したところ、メチル基、C-H結合に帰属されるピークは完全に消失しており、残留有機物が無いことが確認された。また、Si-O-Siに帰属されるピーク (800 cm^{-1}) が現れており、スペクトルの形はa-SiO₂と同じであった。

【0024】前述のように重ね合せた石英ガラス間の接着層であるSiO₂は、本偏光子を構成する平行平板である石英ガラスと同じ材料であり、紫外線領域で透明で光吸収は生じなかった。このようにして平行平板間の間隙をなくした本実施例の偏光子では、前記実施例2の機械的手段により間隙を僅少化した偏光子に比べて、光の広がりや、さらに減少した。

【0025】なお、前記実施例では、透明な平行平板の材料として、石英ガラスを用いたが、透明LiF結晶

を用いれば、105nmまでの真空紫外線領域の高偏光度、高効率、大照射面積の直線偏光が得られる。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明を用いることにより、大光量で、偏光ビームの断面積が大きい (大照射面積の) 直線偏光紫外線を出力することのできる偏光子が得られた。偏光子全体の大きさもコンパクトにおさまった。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の問題点を説明するためのもので、理解しやすくするために平行平板間の間隔を狭くして示した従来の偏光子の構成図である。図中の点線で示した光線はそれ以降の光路を省略していることを示しているものである。

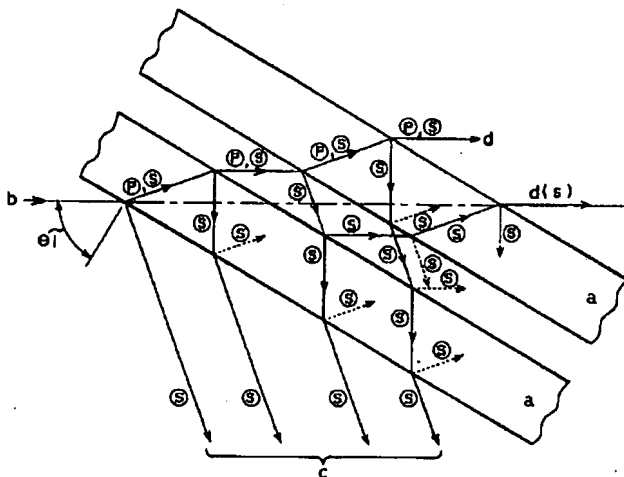
【図2】本発明にかかる偏光子の実施の形態を示す構成図である。

【図3】本発明の作用を示すグラフで、平行平板群を構成している平行平板の枚数による該平行平板群の反射率の増加率を示すものであり、1枚の場合の反射率を1としている。

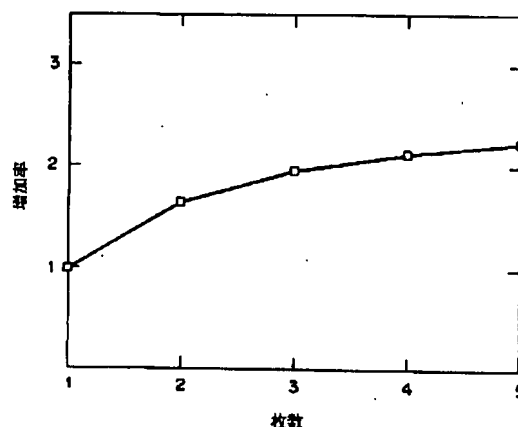
【符号の説明】

- a 光学的に透明・等方媒質の平行平板
- b 入射光
- c 反射光
- d, d(s) 透過光
- θ_i 入射角

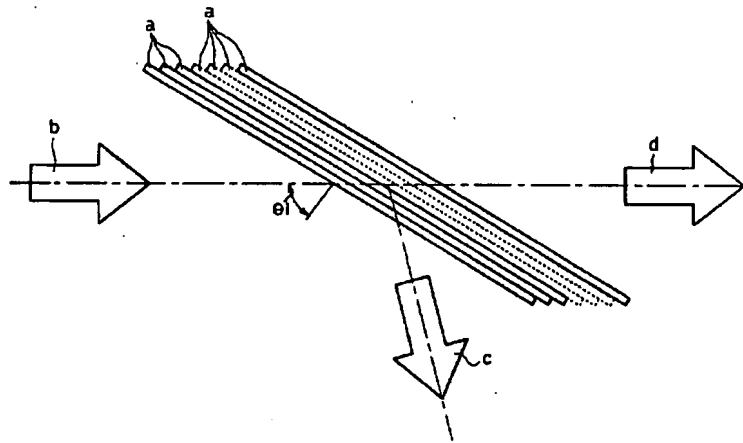
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 小貫 英雄
茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技
術院電子技術総合研究所内

(72)発明者 齊藤 一朗
茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技
術院電子技術総合研究所内